



**ЗРГИМ**

**VIII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ СО  
МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО**

## **ПОДЕКС – ПОВЕКС '15**

**13 ÷ 15. 11. 2015 година  
Крушево**

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА  
ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

# **ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ**

Зборник на трудови:

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

Издавач:

**Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија**

[www.zrgim.org.mk](http://www.zrgim.org.mk)

Главен и одговорен уредник:

**Проф. д-р Зоран Десподов**

Уредник:

**Асс. д-р Стојанче Мијалковски**

За издавачот:

**Горан Сарафимов, дипл.руд.инж.**

Техничка подготовка:

**Асс. д-р Стојанче Мијалковски**

Изработка на насловна страна:

**м-р Ванчо Ациски**

Печатница:

**Калиографос, Штип**

Година:

**2015**

Тираж:

**130 примероци**

CIP - Каталогизација во публикација

Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

622.22/23:622.3(062)

СТРУЧНО советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'15 (7; 2015; Крушево)

Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини: зборник на трудови / VIII стручно советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'15 13-15.11.2015 година Крушево; [главен и одговорен уредник Зоран Десподов, Стојанче Мијалковски]. - Штип:

НУ Универзитетска библиотека "Гоце Делчев", 2015-200 стр.: илустр.; 30 см

Abstracts кон трудовите. - Библиографија кон трудовите

ISBN 978-608-242-019-6

а) Рударство – Експлоатација – Минерални сировини – Собири

COBISS.MK-ID 99826186

***Сите права и одговорности за одпечатените трудови ги задржуваат авторите. Не е дозволено ниту еден дел од оваа книга биде репродуциран, снимен или фотографран без дозвола на авторите и издавачот.***



## ОРГАНИЗАТОР:

**ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ  
ИНЖЕНЕРИ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА**

[www.zrgim.org.mk](http://www.zrgim.org.mk)



## КООРГАНИЗАТОР:

**УНИВЕРЗИТЕТ "ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ" - ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО**

## НАУЧЕН ОДБОР:

Проф. д-р **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Тодор Делипетров**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Благој Голомеов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Орце Спасовски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Милош Грујиќ**, Институт за испитување на материјали, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Ивица Ристовиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Витомир Милиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;  
Проф. д-р **Петар Даскалов**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Р. Бугарија;  
д-р **Кремена Дедељанова**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Р. Бугарија;  
м-р **Саша Митиќ**, Рударски Институт, Белград, Р. Србија.

## ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР:

### Претседател:

Проф. д-р **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип.

### Потпретседатели:

Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип;  
м-р **Кирчо Минов**, Рудник за бакар "Бучим", Радовиш.

### Генерален секретар:

м-р **Горан Сарафимов**, ЗРГИМ, Кавадарци.

## **ЧЛЕНОВИ НА ОРГАНИЗАЦИОНИОТ ОДБОР:**

Асс. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип;  
**Љупчо Трајковски**, ЗРГИМ, Кавадарци;  
**Мице Тркалески**, Мермерен комбинат, Прилеп;  
**Зоран Костоски**, Мармо Бианко, Прилеп;  
**Шериф Алиу**, ЗРГИМ, Кавадарци;  
**Драган Димитровски**, Државен инспекторат за техничка инспекција, Скопје;  
**Филип Петровски**, ИММ Рудник “Злетово”, Пробиштип;  
**Љупче Ефнушев**, Министерство за економија, Скопје;  
м-р **Борче Гоцевски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;  
м-р **Благоја Георгиевски**, АД ЕЛЕМ, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;  
м-р **Сашо Јовчевски**, ЗРГИМ, Кавадарци;  
м-р **Горан Стојкоски**, Рудник “Бела Пола”, Прилеп;  
м-р **Костадин Јованов**, Геолошки завод на Македонија, Скопје;  
м-р **Трајче Бошевски**, Рудпроект, Скопје;  
**Чедо Ристовски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;  
**Антонио Антевски**, ИММ Рудник “Тораница”, К. Паланка;  
**Драган Насевски**, ГИМ, Скопје;  
**Миле Стефанов**, Рудник “Бањани”, Скопје;  
**Живко Калевски**, Рудник “Осломеј”, Кичево;  
**Марија Петровска**, Стопанска Комора, Скопје;  
Проф. д-р **Борис Крстев**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Мирјана Голомеова**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Ристо Дамбов**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Николинка Донева**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Ристо Поповски**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Марија Хаџи-Николова**, УГД, ФПТН, Штип;  
Асс. д-р **Афродита Зенделска**, УГД, ФПТН, Штип;  
Асс. м-р **Радмила Каранакоска Стефановска**, УГД, ФПТН, Штип.

**VIII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**  
**“ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА**  
**НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ”**  
**- со меѓународно учество –**

---

**13 Ноември 2015**, Крушево  
Република Македонија

**ОРГАНИЗАТОР:**

ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ ИНЖЕНЕРИ  
НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА  
[www.zrgim.org.mk](http://www.zrgim.org.mk)

**КООРГАНИЗАТОР:**

УНИВЕРЗИТЕТ “ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО  
[www.ugd.edu.mk](http://www.ugd.edu.mk)



**ЗРГИМ**

## **VIII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**

**“Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини”**

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '15**

**Крушево**

**13 ÷ 15. 11. 2015 год.**

## **ПРЕДГОВОР**

Меѓународното стручно советување за подземната експлоатација на минералните сировини (ПОДЕКС), за првпат се одржа на 06.12.2007 год. во Пробиштип во организација на Сојузот на Рударските и Геолошките Инженери на Македонија (СРГИМ).

Од 2012 година советувањето е проширено со трудови од површинската експлоатација на минерални сировини и е именувано како ПОДЕКС-ПОВЕКС.

Стручното советување, на тема: технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини, традиционално се одржува секоја година во месец ноември. На ова советување земаат учество голем број на стручни лица од: рударската индустрија, универзитетите, научно-истражувачките и проектантските организации, производителите на опрема и др.

На досегашните седум советувања (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 и 2014 год.) учествуваа повеќе автори од 8 држави, кои презентираа 184 стручни трудови.

За ова осмо советување (ПОДЕКС - ПОВЕКС '15) пријавени се 27 труда, на автори од 3 држави.

Големиот број на трудови од домашните автори произлезе како резултат на научно-истражувачката работа реализирана на високообразовните институции во Р. Македонија. Меѓутоа, посебно не радува учеството на автори од непосредното рударско производство, кои што презентираат постигнати резултати во рударската пракса.

Се надеваме дека традицијата за собирање на сите специјалисти од областа на подземната и површинската експлоатација на минералните сировини, ќе продолжи и дека во идниот период ова советување ќе прерасне во меѓународен симпозиум.

Уредници



**AMGEM**

**VIII<sup>rd</sup> EXPERT CONFERENCE THEMED:**

**“Technology of underground and surface mining of mineral raw materials”**

**PODEKS - POVEKS '15**

**Krusevo**

**13 ÷ 15. 11. 2015.**

**FOREWORD**

The International expert conference on underground mining of mineral raw materials (PODEKS), organized by the Association of Mining and Geology Engineers of Macedonia (AMGEM), was first held on 06.12.2007 in Probishtip.

Since 2012, in this counseling, surface exploitation of mineral resources is included too, and it is called PODEKS-POVEKS.

This expert conference called: Technology of underground and surface mining of mineral raw materials, traditionally, has been organized annually during November. A number of experts from the mining industry, universities, research institutions, planning companies, and equipment manufacturing companies participate in this conference.

Many authors from 8 countries participated in the previous seven conferences (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 and 2014) presenting 184 expert papers.

Twenty-seven authors from 3 countries have registered their expert papers for the VIII<sup>th</sup> conference (PODEKS - POVEKS '15).

The large number of expert papers from the domestic authors has emerged as a result of the research work carried out at the higher education institutions in the Republic of Macedonia. We are particularly delighted by the participation of the authors involved in the immediate mining production who will be presenting the achieved results in the mining practice.

We hope that the tradition of gathering of all specialists from the field of underground and surface mining of mineral raw materials will continue and that this conference will grow up to an international conference in the future.

The Editors



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

**VIII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**

**Технологија на подземна и површинска експлоатација  
на минерални сировини**

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '15**

**Крушево  
13 ÷ 15. 11. 2015 год.**

## **СОДРЖИНА**

<b>ИЗМЕНА И ДОПОЛНУВАЊЕ НА ЗАКОНОТ ЗА РУДАРСТВО И ГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА ВО РЕПУБЛИКА СРБИЈА – ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ * Саша Митиќ, Ненад Макар.....</b>	<b>1</b>
<b>ХЕМИСКИ И МОРФОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ЗЛАТО ОД АЛУВИОНИ ВО Р. МАКЕДОНИЈА * Виолета Стефанова, Војо Мирчовски, Тена Шијакова-Иванова, Ѓоше Петров, Виолета Стојанова.....</b>	<b>7</b>
<b>МИНЕРАЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ГРАНАТИТЕ ОД ПРИЛЕПЕЦ, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА * Тена Шијакова-Иванова, Војо Мирчовски, Виолета Стефанова, Оливер Каревски.....</b>	<b>15</b>
<b>ЛИТОСТРАТИГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПЛИОЦЕНСКИТЕ И КВАРТЕРНИТЕ СЕДИМЕНТИ ВО ЛАКАВИЧКИОТ ГРАБЕН * Ѓоше Петров, Виолета Стојанова.....</b>	<b>20</b>
<b>ОКСИДНОТО ОРУДНУВАЊЕ ВО РУДНОТО ТЕЛО ВРШНИК, РУДНИК БУЧИМ, ВАЖНА СУРОВИНА ЗА ИНСТАЛАЦИЈАТА ЗА ЛУЖЕЊЕ НА БАКАР * Кирил Филев, Лазар Ѓоргиев, Виолета Стефанова.....</b>	<b>26</b>
<b>МОЖНОСТИ ЗА КОРИСТЕЊЕ НА ТРАВЕРТИНОТ ПОЛИЧЕ СЕЛО МАНАСТИР (ЗАПАДНА МАКЕДОНИЈА) КАКО АРХИТЕКТОНСКИ КАМЕН * Орце Спасовски, Даниел Спасовски.....</b>	<b>35</b>
<b>ИСКОРИСТУВАЊЕ НА ТРИЈАСКИТЕ ВАРОВНИЦИ ОД ЛОКАЛИТЕТОТ РЗАЧКИ КАМЕН КАКО СУРОВИНА ЗА ГРАДЕЖНО-ТЕХНИЧКИ КАМЕН * Војо Мирчовски, Ѓорѓи Димов, Тена Шијакова – Иванова.....</b>	<b>42</b>
<b>ГЕОФИЗИЧКИТЕ МЕТОДИ ВО ФУНКЦИЈА НА ИСТРАЖУВАЊЕ НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ * Владимир Маневски, Благица Донева, Марјан Делипетрев, Крсто Блажев, Ѓорѓи Димов.....</b>	<b>49</b>
<b>ГЕОТЕРМИЈА И ГЕОТЕРМАЛНИ ПОЛИЊА * Марјан Делипетрев, Крсто Блажев, Благица Донева, Ѓорѓи Димов, Александра Ристеска, Ана Митановска.....</b>	<b>56</b>



<b>ГЕО – ЕЛЕКТРИЧНОТО СОНДИРАЊЕ ВО ФУНКЦИЈА НА ДЕФИНИРАЊЕ НА ГЕОЛОШКИОТ МОДЕЛ НА СРЕДИНАТА</b> * Горан Славковски, Марјан Бошков, Владимир Маневски, Марјан Делипетрев, Благој Делипетрев.....	61
<b>КОРЕЛАЦИЈА НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОД ГЕОМЕХАНИЧКИТЕ И СЕИЗМИЧКИТЕ ИСТРАЖУВАЊА ЗА СТАБИЛНОСТА НА РАБОТНИТЕ КОСИНИ ВО РУДНИКОТ ЗА ЈАГЛЕН ”СУВОДОЛ”</b> * Страше Маневски, Зоран Панов, Тодор Делипетров, Владимир Маневски, Марјан Делипетрев.....	68
<b>МЕТОДА ПРИМЕНЕТА ЗА АНАЛИЗА НА СТАБИЛНОСТА НА КОСИНИТЕ ВО ПОВРШИНСКИТЕ КОПОВИ ЗА ЈАГЛЕН</b> * Идавер Хусеини, Љупче Димитриевиќ, Асан Идризи, Неџми Красничи, Јонуз Мемети.....	76
<b>МИНИРАЊЕ ВО ПОДЗЕМНАТА ЕКСПЛОАТАЦИЈА</b> * Николинка Донева, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Марија Хаџи-Николова, Стојанче Мијалковски.....	83
<b>ЗНАЧЕЊЕ И УЛОГА НА ЗАЧЕПУВАЊЕТО НА МИНСКИТЕ ДУПЧОТИНИ</b> * Ристо Дамбов, Радмила Каранакова Стефановска.....	92
<b>ПРАВЕЦ НА ДЕТОНАЦИЈА И СЕИЗМИЧНОСТ</b> * Благица Донева, Ѓорѓи Димов, Тодор Делипетров, Зоран Панов, Ристо Поповски, Виолета Стојанова.....	98
<b>ПРИДОНЕС НА “DZINO PLAST” ПАТРОНИРАНИТЕ ГЛИНЕНИ ЧЕПОВИ ВО ОПТИМИЗАЦИЈАТА НА ДУПЧАЧКО МИНЕРСКИТЕ РАБОТИ ВО РУДНИКОТ ЗА ОЛОВО И ЦИНК “САСА”</b> * Дејан Ивановски, Стојанче Мијалковски.....	104
<b>ОПЕРАЦИОНИ ПАРАМЕТРИ НА ПОДЗЕМНАТА ГАСИФИКАЦИЈА НА ЈАГЛЕНИ</b> * Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Дамбов, Ристо Поповски.....	110
<b>НАЧИН ЗА ОДРЕДУВАЊЕ НА ПОКАЗАТЕЛИТЕ ЗА ИСКОРИСТУВАЊЕТО И ОСИРОМАШУВАЊЕТО НА РУДАТА</b> * Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Николинка Донева, Марија Хаџи-Николова.....	118
<b>ПОВЕЌЕКРИТЕРИУМСКА АНАЛИЗА ЗА ИЗБОР НА ОПТИМАЛЕН ВИД НА ДАМПЕР ЗА УСЛОВИ ВО РУДНИКОТ “БУЧИМ”</b> * Зоран Десподов, Тодор Чемеровски, Кирчо Минов.....	126
<b>УПОТРЕБА НА “БУСТЕР” ВЕНТИЛАТОРИ ВО РУДНИЦИ СО ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА</b> * Дејан Мираковски, Ѓорѓи Везенковски, Борче Гоцевски, Чедо Ристовски.....	134
<b>ВИЗУАЛИЗАЦИЈА И СИМУЛАЦИЈА НА ПЛАНОВИТЕ ЗА ЕВАКУАЦИЈА И СПАСУВАЊЕ ВО СЛУЧАЈ НА ПОЖАР ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА</b> * Ванчо Аџиски, Игор Максимов.....	140
<b>ПОТРЕБА ЗА СПРОВЕДУВАЊЕ НА ПОСТАПКАТА ЗА ОЦЕНА НА ВЛИЈАНИЕТО ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА ОД ИЗГРАДБА НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕ БР.4 НА РУДНИК САСА</b> * Марија Стојановска, Катерина Николовска, Стојан Глигоров.....	149
<b>ЗНАЧЕЊЕ, ФУНКЦИЈА И НАЧИНИ НА РЕКУЛТИВАЦИЈА ПРИ РУДНИЧКАТА ЕКСПЛОАТАЦИЈА</b> * Ристо Дамбов.....	158

<b>ОСТВАРУВАЊЕ НА НУЛА ЕМИСИЈА НА РУДНИЧКИ ВОДИ ОД РУДНИК САСА * Дејан Мираковски, Николинка Донева, Марија Хаџи-Николова, Борче Гоцевски.....</b>	<b>166</b>
<b>МОНИТОРИНГ НА ВОДИТЕ ОКОЛУ ДРЕНАЖНИОТ СИСТЕМ НА РУДНИКОТ ЗА БАКАР БУЧИМ И ИНСТАЛАЦИЈАТА ЗА ЛУЖЕЊЕ НА БАКАР * Герасим Конзулов, Саре Сарафилоски, Далибор Серафимовски, Горан Тасев.....</b>	<b>174</b>
<b>ПРИМЕНА НА ЗЕОЛИТИЗИРАН ТУФ ЗА ОТСТРАНУВАЊЕ НА ТЕШКИ МЕТАЛИ ОД ЗАГАДЕНИ РУДНИЧКИ ВОДИ * Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска, Крсто Блажев, Борис Крстев, Благој Голомеов.....</b>	<b>182</b>
<b>ПРИМЕНА НА ПРАВИЛАТА ЗА ЗАШТИТА ОД НАПОН НА ДОПИР ВО РУДАРСТВОТО * Јанко Ефремоски, Михајло Поп-Андов.....</b>	<b>189</b>



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## VIII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација  
на минерални сировини

# ПОДЕКС – ПОВЕКС '15

Крушево  
13 ÷ 15. 11. 2015 год.

## УПОТРЕБА НА БУСТЕР ВЕНТИЛАТОРИ ВО РУДНИЦИ СО ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА

**Дејан Миравовски<sup>1</sup>, Ѓорѓи Везенковски<sup>2</sup>,  
Борче Гоцевски<sup>2</sup>, Чедо Ристовски<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Универзитет “Гоце Делчев”, Факултет за природни и технички науки,  
Институт за рударство, Штип, Р. Македонија

<sup>2</sup>Рудник за олово и цинк “САСА” ДОО, М. Каменица, Р. Македонија

**Апстракт:** „Бустер“ вентилаторите се вентилатори вградени во внатрешноста на подземните рудници кои можат да ја зголемат ефикасноста на вентилационите системи со балансирање на притисокот и дистрибуцијата на количеството на воздух низ рудникот, намалување на потребите од нови вентилациони објекти и подобро искористување на енергијата. Целта на овој труд е да се покажат предностите со употреба на „бустер“ вентилатори во подземните рудници а воедно да се обезбедат информации за проектирање, инсталација и функционирање на овие бустер вентилатори. И покрај придобивките од употребата од „бустер“ вентилаторите, нивната употреба сеуште е лимитирана и релативно ретка во рудниците во нашето окружување.

**Клучни зборови:** вентилација, бустер вентилатори, подземен.

## UTILIZATION OF BUSTER FANS IN MINES WITH UNDERGROUND EXPLOITATION

**Dejan Mirakovski<sup>1</sup>, Groggi Vezenkovski<sup>2</sup>, Borce Gocevski<sup>2</sup>, Cedo Ristovski<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>University “Goce Delcev”, Faculty of Natural and Technical Sciences,  
Institute of mining, Stip, R. Macedonia

<sup>2</sup>Lead and zinc mine - “SASA”, M. Kamenica, R. Macedonia

**Abstract:** Buster fans are usually fans located within the main ventilation network, operating in conjunction with primary fan. The buster fans help to maintain the flow throughout the network, reduce need for new ventilation developments and can improve overall energy efficiency of the system if used properly. Goal of this paper is to present possibilities of buster fans usage and provide positive examples from current practise.

**Key words:** ventilation, buster fan, underground.

## ВОВЕД

Модерната рударска индустрија, и се поголемата употреба на се помоќни машини со дизел мотори и зголемените активности од процесите на минирања, бара примена на соодветни вентилациони системи. Вентилацијата е од суштинско значење за

одржување на потребните нивоа на температура, влажност и брзина на струење на воздухот на работните места, односно за обезбедување на поволни микроклиматски услови кои нема да им наштетат на здравјето на вработените. Дополнително, системот за вентилација треба да обезбеди разредување и изнесување на загадувачките супстанции кои се генерираат во работните процеси како основа за безбедни услови за работа во рудниците. Едноставно кажано, во денешните рудници за подземна експлоатација системите за вентилација треба да бидат дизајнирани на начин кој овозможува ефикасно извршување на работните операции и постигнување на висок стандард на условите за работа од аспект на здравјето и безбедноста на вработените.

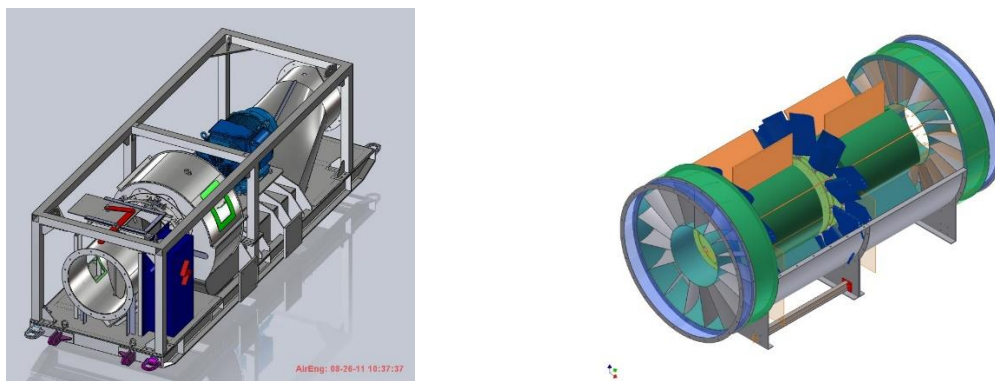
Вообичаено, главната вентилациона струја во подземните рудници се обезбедува од еден главен вентилатор кој има најголем удел во совладување на депресијата на јамата. Главните вентилатори се наоѓаат на површина (иако тоа не е случај секогаш), па со развојот на рудникот постепено се оддалечуваат од зоната на активностите. Кај комплексните рудници, кои еволуираат во подолг временски период, реално е главниот/те вентилатори да немаат доволен капацитет (депресија) да обезбедат соодветно струење на воздухот во подалечните зони. Дополнително, можните технички проблеми со главниот вентилатор, можат на подолг рок да доведат до проблеми со проветрување на јамата, а со тоа и до намалување или целосно запирање на производните активности.

Токму тука лежат основните причини за употребата на „бустер“ вентилаторите, иако нивната правилна употреба може да има и значителни ефекти врз подобрување на квалитетот на подземната атмосфера, намалување на потребата од нови објекти за вентилација и поголема енергетска ефикасност на вентилационите системи.

Секако, несоодветната примена на „бустер“ вентилаторите е поврзана и со одредени опасности, а пред се можната рециркулација, нарушување на протокот во соседните ограноци, неможност за контрола во услови на пожар или експлозија. Поради тоа нивната употреба во јагленовите рудници е ограничена, а во некои држави (како САД) и целосно забранета. Сепак, правилниот избор на вентилаторот и неговата локација, осигуруваат целосна елиминација на можноста од рециркулација, така што „бустер“ вентилаторите ефикасно се користат во голем број пред се металични рудници во Канада, Австралија, ЈАР и Русија.

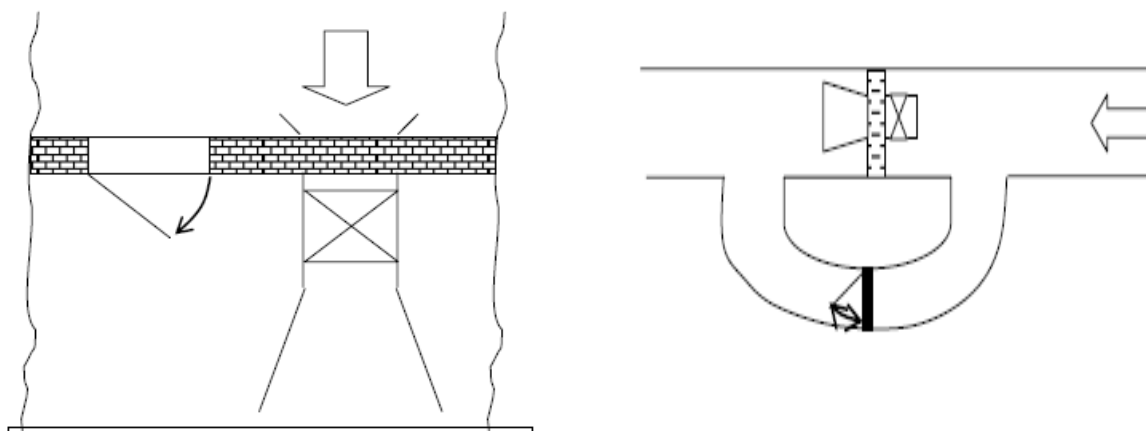
## 1. ИНСТАЛАЦИЈА И ОПЕРАТИВНИ ПАРАМЕТРИ

Генерално, „бустер“ вентилаторите се инсталираат сервиски во однос на главниот вентилатор, иако се физички разделени. При изборот на вентилаторот, неопходно е да се обезбеди дека при промени на шемата нема да дојде до влегување на вентилаторите во т.н. „сталинг“. Дополнително, нивната локација треба да овозможи сервисирање и замена, без нарушување на главната вентилациона мрежа.



Слика 1. Изглед на „бустер“ вентилатори (aireng.com.au)

Во основа постојат два начини на инсталација, или со преграда и паралелен ходник. Во двата случаи, мора да има вградено врата која би овозможила непречен пристап и проток при прекин на работата на вентилаторот. Во нормални услови вратата е затворена.



**Слика 2.** Шематски приказ на можните начини на инсталација

Вообичаено, изборот на ваквите вентилатори се врши врз основа на статичкиот на не на вкупниот притисок (кој секогаш е нешто повисок). На тој начин се обезбедува потребниот конзерватизам при изборот. Бидејќи „бустер“ вентилаторите работат како дел од системот, работната крива на вентилаторот нема да помине низ „0“ та на координатниот систем. Поради тоа е многу важно правилно да се дефинира работната крива на вентилаторот, со цел правилно да се дефинира потребната моќност на вентилаторот и да се избегнат можните проблеми со работа во несигурни подрачја. Најдобро е лоцирањето и изборот на „бустер“ вентилатори да се врши исклучиво на база на соодветна софтверска анализа и во непосредна консултација со производителите.

## **2. ПРИМЕНА НА „БУСТЕР“ ВЕНТИЛАТОРИ ВО ЈАМА „САСА“**

Во јамата „Саса“ веќе подолг период во разни форми се променуваат „бустер“ вентилатори. Во трудот ќе биде анализирана употребата на „бустер“ вентилатори во времена состојба на хаварија на главниот вентилатор Korfman KGL 250.

### **2.1. Опис на проветрувањето на рудникот**

Во период на хаваријата, проветрувањето на јамата се вршеше со еден главен вентилатор од типот Korfmann KGL 250, лоциран на порталот на подкоп XVI, кој работи депресионо и ја исфрла истрошената воздушна струја која на поткопот се собира од сите пониски хоризонти низ;

- откопната рампа на Блок 2(XIVb - XVI),
- откопната рампа на Блок 1 (990-XIVb),
- откопната рампа на Блок 2 (990-XIVb),
- откопна рампа на Блок 3 ( XIVb – XVI)
- алимачкиот ускоп на блок 1 (XVI-XIVb),

Основните влезови на свеж воздух се:

- Поткоп XIVb
- Поткоп хор 830
- Извозно окно

Разведувањето на воздушната струја по откопните блокови е дизајнирано согласно поделбата на рудното поле, применетата метода на откопување како и техниката за откопување која се применува во истите. Генерално, свежиот воздух се качува по

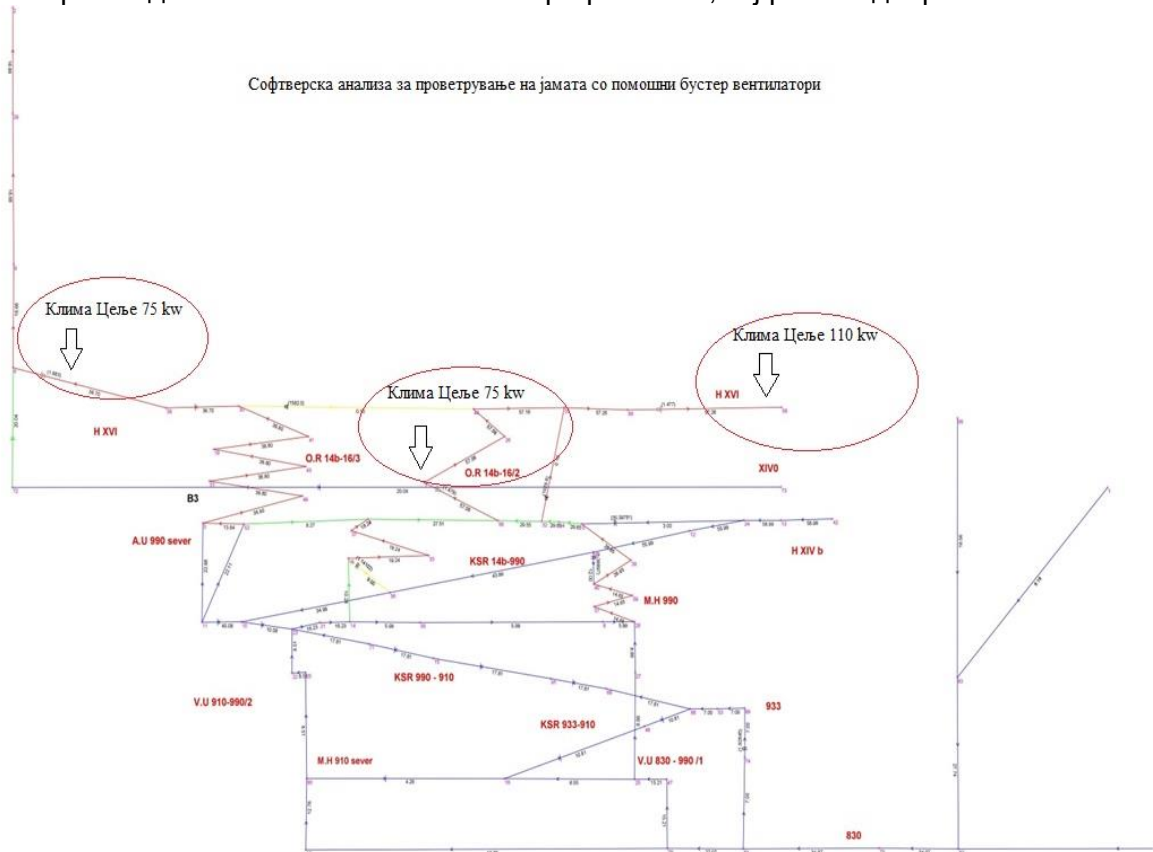
блоковските вентилациони ускопи, до смерните подетажни ходници приклучени на истите. Свежиот воздух од ускопите до челата на подетажните ходници се разведува со помош на системи за сепаратно проветрување со кои што се обезбедува неопходното количество воздух на челата.

Истрошениот воздух од работните чела се враќа по подетажниот ходник во ускопот, каде се меша со свежата воздушна струја и се користи за проветрување на следната подетажа. Сериското проветрување е дозволено исклучиво на 5 работилишта во серија, но под услов квалитетот на воздухот на влез да ги задоволува нормативите пропишани со Правилникот за Техничките Нормативи за подземна експлоатација на металичните и неметалични минерални сировини (Сл. Лист на СФРЈ бр. 25 од 1991 година).

## 2.2. Опис на примената на „бустер“ вентилаторите во вонредни услови

Како резултат на целосен испад на главниот вентилатор Korfman KGL 250 поставен на поткоп XVI/0 односно кршење на перките на вентилаторот, беше неопходна на брза замена на истиот со вентилаторите кои беа расположливи во момент на дефектот. Врз основа на дефинираните вентилациони патишта и објекти, нивните карактеристики и меѓусебната поврзаност, како и утврдените потребни количества воздух за поедините делови од јамата, а со користење на специјален софтвер PC Vent 2007<sup>®</sup> беше анализирана вентилационата мрежа со расположливата опрема, при што како оптимално решение се дефинирани следниве мерки:

- Како замена на главниот вентилатор Корфман КГЛ предвидено е поставување на два аксијални вентилатори Клима Цеље, кои работат депресионо:
  - Вентилатор Клима Цеље 110 kW поставен на површина на поткоп XVI/0,
  - Вентилатор Клима Цеље 75 kw поставен во јама на О.Р XIVb – XVI/0 Блок 2.
- Помошен аксијален вентилатор Клима Цеље 75 kW во јама на локација XVI/0 смерен ходник кон извозното окно на профил 1300, кој работи депресионо.



Слика 3. Шематски приказ на вентилационата мрежа

За само пет работни дена, беа извршени сите монтажни работи и новиот систем беше пуштен во работа. Со мерења на протокот во релани сулвои, беше верифицирана софтверската анализа, а добиените количини на свеж воздух обезбедија повеќе месечно нормално функционирање на рудникот до санација односно замена на главниот вентилатор (види табела 1).

Добиените резултати јасно укажуваат дека:

- потребните количини воздух се задоволени во целост, а реалните количини воздух се близу до проектираните или во некои случаи ги надминуваат,
- од аксонометриските прикази се гледа дека сериското проветрување е сведено на минимум, така што повисоките блокови имаат поквалитетна воздушна струја.

**Табела 1.** Резултатите од обезбедените количини на свеж воздух со употреба на помошни бустер вентилатори

Хоризонт	Чист воздух		
	Вентилација	Потребна количина $m^3/s$	Обезбедена количина $m^3/s$
XIVb/1	Клима Цеље XVI/0 портал	18	25
XIVb/2	Помошен вентилатор Клима Цеље XVI/0 према окно	18	35
990/1,2	Клима Цеље XVI/0 портал	25	27
XIVb/3	Помошен вентилатор Клима Цеље XVI/0 према окно	25	36
910/1	Клима Цеље XVI/0 портал	12	12

Дополнително, мора да се спомне дека вкупната инсталирана моќност на „бустер“ вентилаторите изнесува 250 kW и обезбедува влез на околу 80  $m^3/s$  свеж воздух. Распределбата на вентилаторите во непосредна близина на откопите, обезбедува подобра дистрибуција на воздушната струја и соодветеа депресија токму во зоните на работните активности, поради што со помала анагижирана моќност се добиваат задоволителни оперативни параметри на системот за вентилација.

### 3. ЗАКЛУЧОК

Од сето погоре изнесено, повеќе од очигледно е дека примената на „бустер“ вентилатори може да обезбеди решавање на вонредни состојби, но истовремено претставува моќна алатка за целосно остварување на планираните оперативни параметри на вентилационите системи. Имено, покрај тоа што потребните количини на воздух беа целосно задоволени, со имплементацијата на „бустер“ вентилаторите, значително беше намалена и потрошувачката на електрична енергија.

Следствено, покрај во случаи на хаварија, имплементација на „бустер“ вентилаторите може да биде ефикасен начин за креирање на депресија во јамата на локации на која тоа е најпотребно, па нивната употреба би требало да биде основа на идното планирање на вентилационите мрежи во подземните рудници.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Mirakovski, D and Hadzi-Nikolova, M and Panov, Z and Despodov, Z and Mijalkovski, S and Vezenkovski, G (2013), *Miners Exposure to Carbon Monoxide and Nitrogen Dioxide in Underground Metallic Mines in Macedonia*. Occupational Safety and Hygiene. p. 449. ISSN 978-1-138-00047

- [2] Hadzi-Nikolova, Marija and Mirakovski, Dejan and Doneva, Nikolinka (2012) *Risk Assessment and Guidelines for Risk Reduction in Mining*. Podzemni radovi (20). pp. 21-27. ISSN YU ISSN 03542904
- [3] Mijalkovski, Stojance and Despodov, Zoran and Mirakovski, Dejan and Hadzi-Nikolova, Marija and Doneva, Nikolinka and Gocevski, Borce (2013) *Mining method selection for deeper parts of "Svinja Reka" ore deposit - "Sasa" Mine*. In: 5th Mining Congress BALKANMINE, 18-21 Sept 2013, Ohrid, R. Macedonia.
- [4] Mirakovski, Dejan and Hadzi-Nikolova, Marija and Doneva, Nikolinka and Vezenkovski, Gorgi (2012) *Ventilation management in underground metallic mines*. In: VI strucno sovetovanje so megunarodno ucestvo Podeks-Poveks`12, 23-25 November, 2012, Stip.
- [5] Mirakovski, Dejan and Mijalkovski, Stojance and Pop Andonov, Goran and Mehandziski, Nikola (2009) *Strategic control and planing of ventilation systems in mines*. In: Tehnologija na podzemna eksploatacija na mineralni surovini, 04-05.12.2009, Makedonska Kamenica.
- [6] Kertikov, Veliko and Mirakovski, Dejan (2000) *Possibilities for improvement of climatic conditions in single entry drivages with high rock temperature*. In: 12th Turkish Coal Congress, 23-26 May, 2000, Turkey.
- [7] Mirakovski, Dejan and Krstev, Boris (2000) *Design process and equipment selection for auxiliary ventilation system*. In: Ninth International Symposium on mine planning and equipment selection, 6-9 November, 2000, Athens, Greece.